

6628-03 MFC 11/18/03

File 351:Derwent WPI 1963-2003/UD,UM &UP=200374
(c) 2003 Thomson Derwent

Set Items Description

--- ----

S1 1 PN=DE 4140294

1/5/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

009316494 **Image available**

WPI Acc No: 1993-009958/ 199302

XRPX Acc No: N93-007493

Surface contour measurement arrangement - has sensing frame with three or more arms having angle measurement sensors

Patent Assignee: SULZER ESCHER WYSS AG (SULZ); SULZER ESCHER WYSS GMBH (SULZ)

Inventor: SCHNEEBELI F

Number of Countries: 006 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 4140294	A1	19930107	DE 4140294	A	19911206	199302 B
EP 522610	A1	19930113	EP 92201550	A	19920601	199302
CH 683032	A5	19931231	CH 911883	A	19910626	199351

Priority Applications (No Type Date): CH 911883 A 19910626

Cited Patents: DE 2317210; DE 3241074; EP 155084; EP 295217; FR 2634279; US 4477973

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

DE 4140294	A1	4	G01B-005/28		
------------	----	---	-------------	--	--

EP 522610	A1	G	5	G01B-007/00	
-----------	----	---	---	-------------	--

Designated States (Regional): AT DE ES FR IT

CH 683032	A5	G01B-021/20			
-----------	----	-------------	--	--	--

Abstract (Basic): DE 4140294 A

An arrangement for measuring the surface contour mechanically scans individual surface points with a sensing frame with at least three arms (2-6) able to move wrt. each other. One end carries a sensing tip (20) and the other is attached to a fixed point (1).

The equal length frame arms are connected via universal joints (7-10) without drives giving the ability to pivot about at least two mutually perpendicular axes. The angular positions of the arms are measured by angle sensors in both pivot directions. An evaluation device derives the tip's spatial position from the measured angles and known arm lengths.

ADVANTAGE - Achieves improved measurement precision and flexibility.

Dwg.1/2

Title Terms: SURFACE; CONTOUR; MEASURE; ARRANGE; SENSE; FRAME; THREE; MORE; ARM; ANGLE; MEASURE; SENSE

Derwent Class: S02

International Patent Class (Main): G01B-005/28; G01B-021/20

International Patent Class (Additional): G01B-005/03; G01B-007/28



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 41 40 294 A 1**

⑤ Int. Cl.⁵:
G 01 B 5/28
G 01 B 5/03

⑳ Aktenzeichen: P 41 40 294.4
㉑ Anmeldetag: 6. 12. 91
㉒ Offenlegungstag: 7. 1. 93

DE 41 40 294 A 1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
26.06.91 CH 01883/91

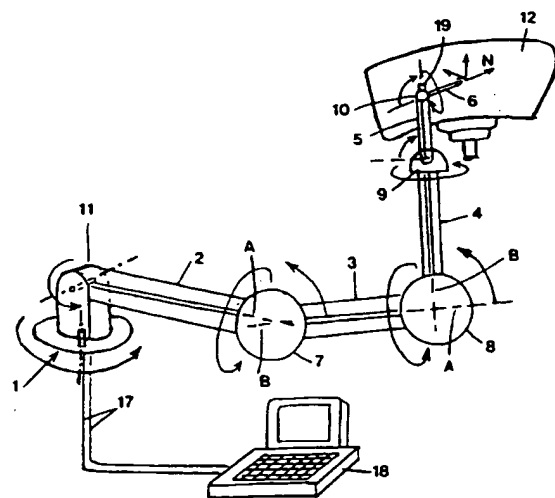
㉑ Anmelder:
Sulzer-Escher Wyss GmbH, 7980 Ravensburg, DE

㉑ Erfinder:
Schneebeli, Fritz, Oberengstringen, CH

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Vorrichtung zur Bestimmung einer Flächenkontur und deren Verwendung**

⑤⑦ Zur Bestimmung der Oberflächenkontur an schwer zugänglichen Stellen, z. B. der Schaufelform einer Turbine gleichzeitig auf allen Seiten oder der Innenfläche eines gewundenen oder gekrümmten Rohres, ist ein Gestänge aus mehreren durch Universalgelenke (7, 8, 9, 10) in allen Richtungen schwenkbar miteinander verbundenen Armen (2, 3, 4, 5, 6) vorgesehen. Mit Winkelpositionsmeßfühlern (13, 14) in den Gelenken (7, 8, 9, 10, 11) wird die Winkelposition der benachbarten Arme um zwei zueinander senkrechte Drehachsen (A, B) bestimmt und in einer Auswerteeinheit (18) zur Bestimmung der Koordination der Abtastspitze (20) mit verbesserter Meßgenauigkeit ausgewertet.



DE 41 40 294 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung einer Flächenkontur durch mechanisches Abtasten einzelner Punkte der Fläche mit einem wenigstens drei gegeneinander bewegliche Arme aufweisenden Abtastgestell, dessen eines Ende eine Abtastspitze aufweist und dessen anderes Ende an einem Fixpunkt angebracht ist, sowie deren Verwendung.

Bekannte mechanische Flächenkontur-Abtastvorrichtungen, z. B. die aus DE 32 41 074 und DE 35 06 494 bekannten Kreuzschieber weisen drei zueinander senkrechte verschiebbare Arme mit verstellbarer Länge auf, bei denen die Länge der einzelnen Arme so lange verstellt wird, bis die Abtastspitze an des äußersten Armes auf der Fläche aufsitzt. Die Längen der drei Arme geben dabei unmittelbar die Koordinaten des abgetasteten Flächenpunktes an. Die Flächenkontur ergibt sich dabei durch sukzessives Abtasten einzelner Flächenpunkte gemäß einem vorbestimmten Raster. Die Koordinatenbestimmung beruht hierbei auf einer Längenmessung und ist entsprechend ungenau. Zudem lassen sich viele gekrümmte und gewundene Flächen nicht in einer einzigen Aufspannung mit einem Kreuzschieber abtasten.

Bei dem in DE 37 20 795 beschriebenen Meßgerät ist ein Teil der translatorischen Bewegungen durch einfache Schwenkgelenke mit motorischem Antrieb ersetzt. Der Abtastarm ist jedoch immer noch in Längsrichtung verschiebbar. Die Ermittlung der Koordinaten aus der Länge des Abtastarmes und der Schwenkbewegung der Gelenke ist jedoch häufig immer noch nicht hinreichend genau, und die Konstruktion ist relativ kompliziert und immer noch nicht flexibel genug für bestimmte Anwendungen.

Aus GB 14 98 009 ist andererseits ein Meßgerät mit drei durch Schwenkgelenke verbundenen Armen bekannt, wobei der innere Arm zusätzlich um seine Achse drehbar ist. Aus dem Drehwinkel und den beiden Schwenkwinkeln läßt sich die Position der Spitze des äußeren Armes mit guter Präzision ermitteln. Nachteilig ist jedoch auch hierbei, daß mit einem solchen Abtastgestänge wegen der noch unzureichenden Flexibilität nur relativ einfach geformte Flächen abgetastet werden können. Bei stark gewundenen und gekrümmten Flächen, beispielsweise bei kompliziert gekrümmten Schaufelformen, z. B. von Wasserturbinen, insbesondere Francis-Turbinen, sowie den Innenflächen gekrümmter Rohre läßt sich deren Flächenkontur mit solchen bekannten Vorrichtungen jedoch nicht auf einfache Weise in einem einzigen Meßvorgang bestimmen. Insbesondere ist es nicht möglich, in einer Aufspannung die Vorderseite und die Rückseite eines bestimmten Profils, beispielsweise einer Wasserturbinschaufel, abzutasten.

Die Erfindung setzt sich die Aufgabe, die angeführten Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und eine Vorrichtung zur Bestimmung von Flächenkonturen mit verbesserter Präzision zu schaffen, welche eine vergrößerte Flexibilität aufweist, so daß sie auch für kompliziert gekrümmte und gewundene Flächen, insbesondere auch für Innenflächen, geeignet ist und gleichzeitig die Bestimmung der Kontur der Vorderseite und der Rückseite eines Profils erlaubt.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das Gestell aus mehreren, durch antriebsfreie Universal-Gelenke mit einer Schwenkbarkeit mindestens um jeweils zwei zueinander senkrechte Drehachsen verbundenen Armen fester Länge besteht, daß die Gelenke jeweils zwei Winkelmeßfühler zur Messung der

Winkelposition der aufeinander folgenden Arme in den beiden Schwenkrichtungen aufweisen, und daß eine Auswerteeinrichtung vorgesehen ist, welche aus den an den Gelenken gemessenen Winkelpositionen und den vorgegebenen Längen der Arme die Raumposition der Abtastspitze feststellen.

Um die Flexibilität des Abtastgestänges weiter zu verbessern, ist mit Vorteil der innerste Arm am Fixpunkt ebenfalls um zwei zueinander senkrechte Drehachsen schwenkbar angebracht, wobei für die Messung der Winkelpositionen des inneren Armes am Fixpunkt ebenfalls zwei Winkelmeßfühler vorgesehen sind.

Mit Vorteil besteht das Abtastgestänge aus mindestens drei oder mehr aufeinanderfolgenden mit Universal-Gelenken verbundenen Armen so daß auch mit den sechs oder mehr zur Verfügung stehenden Winkel-Parametern die Abtastung komplizierter Innenflächen möglich wird. Damit läßt sich eine hinreichende Flexibilität auch ohne Längenverstellbarkeit der einzelnen Arme erzielen, so daß auch verdeckte Meßpunkte auf der Rückseite ohne Mühe erreicht werden können in vielen Fällen genügen dazu drei Arme, in komplizierten Fällen können jedoch auch vier oder mehr Arme vorgesehen sein, mit denen eine schlangenhafte Beweglichkeit möglich wird.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Abtastspitze der äußersten Stange so ausgebildet, daß sie in Richtung der Flächennormale auf der abzutastenden Fläche aufsitzt. Die Richtung dieser Flächennormalen läßt sich hierbei ebenfalls aus den Winkelpositionen der Gelenke berechnen.

Die Erfindung wird anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Vorrichtung zur Bestimmung einer Flächenkontur in Seitenansicht, und

Fig. 2 ein Gelenk zwischen zwei Abtastarmen im Schnitt.

Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung besteht aus einem an einem Fixpunkt 1 angebrachten Gestänge oder Gestell, welches aus mehreren Armen 2, 3, 4, 5 und 6 besteht, welche durch Universal-Gelenke 7, 8, 9, 10 miteinander derart verbunden sind, daß sich die Arme gegeneinander frei bewegen können, indem sie in den Gelenken um zwei zueinander senkrechte Drehachsen A, B schwenkbar sind. Zweckmäßigerweise haben die einzelnen Arme 2, 3, 4 ... **eine unveränderliche Länge. Der innere Arm 2 ist am Fixpunkt ebenfalls über ein in allen Richtungen bewegliches Gelenk 11 angebracht. Der äußere Arm 6 ist als Taster ausgeführt, dessen Spitze 20 auf die abzutastende Fläche 12, deren Kontur zu bestimmen ist, an einzelnen Meßpunkten nacheinander aufgesetzt wird.**

Ein Beispiel eines Gelenkes zwischen zwei benachbarten Armen ist in Fig. 2 wiedergegeben. Es ist in der Form eines Kreuzgelenkes ausgeführt, welches eine Schwenkbarkeit der Arme 2 und 3 gegeneinander um Drehachsen A und B unabhängig voneinander gestattet. Die jeweilige Position der beiden Arme 2 und 3 gegeneinander in den beiden Schwenkrichtungen ist mit Winkelpositionsgebern 13 und 14 feststellbar. Diese können in konventioneller, dem Fachmann bekannter Art ausgeführt sein und über Leitungen 15 und 16 jeweils ein Winkelpositionssignal in dem Gestänge 2 zum Fixpunkt 1 weiterleiten. Die einzelnen Winkelpositionssignale der Gelenke 7, 8 ... 11 werden vom Fixpunkt 1 über Leitungen 17 zu einer Auswerteeinheit 18 geleitet, welche aus den Winkelpositionssignalen der Gelenke 7, 8 ... 11,

sowie den vorgegebenen Längen der Abtaststangen 2, 3 ... 6 die Position der Abtastspitze 20 berechnet. Der dazu erforderliche einfache geometrische Rechenalgorithmus ist dem Fachmann bekannt. Die einzelnen auf diese Weise bestimmten Koordinaten der abgetasteten Meßpunkte auf der Fläche 12 werden in der Auswerteeinheit 18 gespeichert und zu einer Gesamtinformation über die Kontur der abgetasteten Fläche 12 zusammengefügt.

Insbesondere läßt sich aus diesen verarbeiteten Meßwerten feststellen, ob die gemessene Kontur von einer vorgegebenen Sollkontur in Form eines 3D-Flächenmodells, beispielsweise der idealen Schaufelform einer Wasserturbine oder einer vorgegebenen Innenfläche eines gebogenen Rohres, abweicht und ob eine Nacharbeitung erforderlich ist. Wegen der schlangenartigen Beweglichkeit des Abtastgestänges sind hierbei auch versteckte Flächenteile und Innenflächen bequem zugänglich. Die Abtastvorrichtung läßt sich derart flexibel ausbilden, daß nahezu alle denkbaren Flächen erreicht und abgetastet werden können.

Die beim Abtasten erzielbaren Informationen können noch dadurch erweitert werden, daß die Meßspitze der äußeren Abtaststange 6 so ausgebildet wird, daß sie stets in Normalen-Richtung N auf der abzutastenden Fläche 12 aufsitzt.

Die Abtastung der Flächenkontur 12 erfolgt vorzugsweise manuell, wobei die Winkelpositionen bei jedem Antasten durch manuelle Auslösung der Positionssignale in der Auswerteeinheit 18 gespeichert werden, sobald die Abtastspitze 20 auf der Fläche aufsitzt. Eine solche manuelle Abtastung an einer Vielzahl beliebig wählbarer Meßpunkte bietet den Vorteil, daß keinerlei Antriebs- und Steuerelemente erforderlich sind, so daß die Vorrichtung besonders leicht und einfach ausgeführt sein kann. Jedoch ist auch eine automatische Auslösung möglich, wobei die Abtastspitze 20 bzw. das Gelenk 10 zusätzlich einen Druck- oder Annäherungsschalter 19 aufweist, welcher die Speicherung der Winkelpositionswerte auslöst, sobald die Abtastspitze 20 auf der abzutastenden Fläche 12 aufsitzt.

Die Gelenke 7, 8, ... 11 können statt als echte Kreuzgelenke auch in anderer Form ausgebildet sein, z. B. als Kugelgelenke mit Schwenkbarkeit in allen Richtungen, also auch bei zwei beliebigen, zueinander senkrechten Drehachsen, wobei die Winkelpositionsmesser die Winkelpositionswerte jeweils in zwei zueinander senkrechten Richtungen erfassen.

Da das Abtastgestänge keine störenden Gewichte, wie z. B. Motoren oder dergleichen aufweist und daher auch bei größerer Länge praktisch keine das Meßresultat störenden Deformationen aufweist, und da nur mit genau meßbaren Winkelpositionen gearbeitet wird, sind die ermittelten Koordinatenwerte außerordentlich präzise. Da beliebig viele Flächenpunkte frei wählbar auf beliebigen Teilen der Fläche, einschließlich der Rückseite und Innenflächen abgetastet und deren Meßwerte in nur einem einzigen Meßvorgang verarbeitet werden können, ist die Flexibilität und Anwendbarkeit der Vorrichtung und deren Meßgenauigkeit deutlich verbessert. Sie läßt sich auch dort mit Vorteil verwenden, wo andere Verfahren versagten oder mit großen Schwierigkeiten verbunden waren, z. B. zur Bestimmung der Oberflächenkontur einer Turbinenschaufel gleichzeitig auf allen Seiten, oder der nur schlecht zugänglichen Innenfläche eines beliebig geformten Rohres.

1. Vorrichtung zur Bestimmung einer Flächenkontur (12) durch mechanisches Abtasten einzelner Punkte der Fläche mit einem wenigstens drei gegeneinander bewegliche Armen (2, 3, 4, 5, 6) aufweisenden Abtastgestell, dessen eines Ende eine Abtastspitze (20) aufweist und dessen anderes Ende an einem Fixpunkt (1) angebracht ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abtastgestell aus wenigstens drei durch antriebsfreie Universalgelenke (7, 8, 9, 10) mit einer Schwenkbarkeit mindestens um jeweils zwei zueinander senkrechte Drehachsen (A, B) verbundenen Armen (2, 3, 4, 5, 6) fester Länge besteht, daß die Gelenke (7, 8, 9, 10) jeweils zwei Winkelmeßfühler (13, 14) zur Messung der Winkelposition der aufeinander folgenden Arme in den beiden jeweiligen Schwenkrichtungen aufweisen, und daß eine Auswerteeinrichtung (18) vorgesehen ist, welche aus den an den Gelenken (7, 8, 9, 10) gemessenen Winkelpositionen und den vorgegebenen Längen der Arme (2, 3, 4, 5, 6) die Raumposition der Abtastspitze (20) feststellen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der am Fixpunkt (1) angebrachte innere Arm (2) ebenfalls ein Gelenk (11) zur Gewährleistung einer Schwenkbarkeit um zwei zueinander senkrechte Drehachsen und zwei Winkelmeßfühler zur Messung der Winkelposition des inneren Armes (2) im Gelenk (11) aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schalter (19) zur Speicherung der Winkelpositionen der einzelnen Gelenke (7, 8, ... 11) beim Aufsitzen der Abtastspitze (20) auf der abgetasteten Fläche (12) in der Auswerteeinheit (18) vorgesehen ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Schalter (19) ein manuell auslösbarer Schalter ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Schalter (19) ein Annäherungs- oder Druckschalter ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 – 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastspitze (20) derart ausgebildet ist, daß sie beim Aufsitzen auf der abgetasteten Fläche (12) die Normalen-Richtung (N) der Fläche (12) einnimmt.
7. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 – 6 zur Bestimmung der Oberflächenkontur einer Turbinenschaufel.
8. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 – 6 zur Bestimmung der Kontur der Innenfläche eines Rohres.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

